特集 大出力真空管シングルアンプの競作

全段直結4DC方式で低歪率を実現

803シングル 25W モノーラルパワーアンプ

征矢　進 SOYA Susumu

空冷5極送信管RCA 803を使用した4DC方式による最大出力25Wの全段直結シングルパワーアンプ．モノーラルなのでLRチャンネル用2台を製作．初段は，3極管の中では大きな増幅度が得られるフィルコ製75を採用．ドライブ段は807を3結のカソードフォロワーとした．B_1電源には整流管として出力管のディレイタイム用にU-19を，B_2電源には80Kでタイムラグをとっている．発熱対策として真空管はすべて落とし込み構造．1kVという高電圧を扱うため，感電対策が必要なのでベテラン向き．

はじめに

毎年10月に真空管オーディオ・フェアのMJブースで行われているMJイベントでは，執筆者が発表するアンプは，前もってテーマが決まっていて，今年は「大出力シングルアンプ」となっています．

いつも収容できないくらい多くのファンの来場があり，人気の高いイベントです．雑誌からは音は出てこないので，はたしてどんな音がするのかは，実際に聴いてもらうしかありません．興味のある方は，ぜひ一度お出かけください．

さて，シングルアンプでの大出力とは，一体どのくらいの出力のことかの決まりはありません．これは，各自が決めることだと思いますが，筆者はオーディオ用出力管の中では，比較的大きなプレート損失を持つ，KT88やEL156をシングルで使用した場合に得られる最大出力と同程度であれば，シングルでの大出力アンプだと考えています．

実際には，出力が10～15W程度あれば，それはシングルアンプでは，大出力だといえるでしょう．

今回はイベント用ということなので，製作コストはかかりましたが，5極送信管RCA**803**を4DC方式で動作させた，シングルパワーアンプを発表することにしました．読者諸兄の参考になれば幸いです．

ただし，本機は1kVもの高電圧を扱うので，ベテラン向けのアンプだといえます．アンプを何台か製作した経験のない方は，よく経験を積んでから取り組むようにしてください．1kVは非常に危険で，ときには命にかかわるので，追試される方は，感電対策をしっかり行うことが必須条件です．

4DC方式

4DC方式については，今まで何度か紹介してきたのでご存じの方も多いと思いますが，よい機会なのでもう一度概略について説明します．

4DC方式とは，第1グリッド（以下，G_1）と第2グリッド（以下，G_2）を分割して，両方のグリッドに同時に信号を入力する方式のことです．

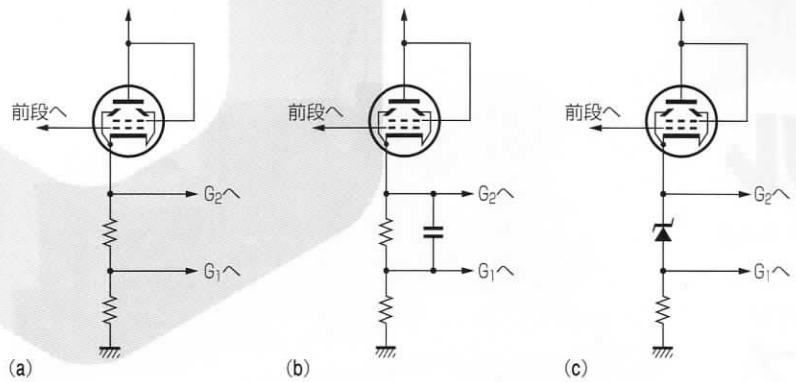
G_2には多少なりとも感度があり，G_1に入力する信号と逆相の信号を入力すれば負帰還がかかります．3極管接続やUL接続はこの特性を利用したもので，出力管の内部抵抗は低下し，各種の特性は改善するのでよい方法だといえます．

ここで，G_1と同相の信号をG_2に入力すればどうなるでしょうか．

結論からいえば，今までの経験から歪率は改善されるようです．これは4DC方式の特徴でしょう．

ただし，G_1とG_2を直接つなぐと，0バイアスB級出力管と同様な特性になり，それをA級で動作させるとなると，グリッドは大きく正側にシフトする必要があります．

たとえ，I_{g1}に対する定格が大きい送信管を使用したとしても，



［図 1］4DC 方式の基本形

I_{g1}が定格を超えてしまえば使用できません．ましてや受信管は，基本的にI_{g1}を流さない状態で使用するように設計されているので，その場合，G_1は負に，G_2は正におく必要があります．4DC 方式は，G_1が正負どちらにあっても使用できるメリットがあります．

図1は4DC方式の基本形です．(a) は分割抵抗により入力信号とカソード電位を分割して，G_1，G_2に入力します．この場合，入力信号が抵抗により分割されることと，G_2はG_1と比較して感度が低いため，大きな入力信号電圧が必要になり，初段はゲインが大きい5極管を使用する必要があります．ただしこの形式の長所は，E_p-I_p特性におけるE_gカーブが等間隔に近くなり，歪率の低下が期待できます．

次に時定数が発生しますが，入力感度を上げるため，G_1とG_2につながる抵抗にコンデンサーを入れ，G_1の信号電圧が分割されないようにしたものが (b) です．今度は信号が分割されないことから，G_1の動作が大きく影響してきて感度は上がりますが，そこに使用するコンデンサーの音質が直に出てくるので，その選択が大切になります．よい点は，初段が高μの3極管で充分ドライブできることです．

(c) は抵抗・コンデンサーの代わりに，ツェナーダイオードを入れたものです．ツェナーダイオードは，DC までレスポンスが確保できますし，また時定数の問題からも解放されるので，よい方法だといえます．

今回，105V で10W の容量を持つツェナーダイオードが手に入ったのでテストしてみました．抵抗・コンデンサーによる分割より，音の抜けがよいですし，ツェナーダイオードの影響はまったく気にならない程度でしたので，本機に採用しました．

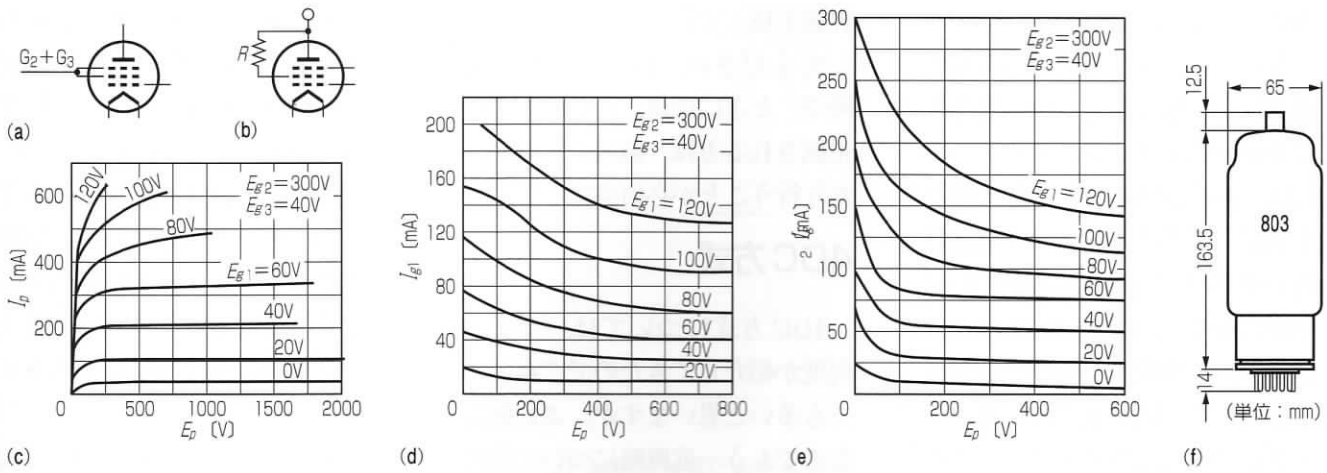
出力管

出力管はRCA**803** です．自然空冷の5極送信管で，フィラメントの定格は10V/5A ですから，フィラメント電力は50W も消費することになります．

ビーム管では**813** が類似ですので，**803** が入手できない場合は，**813** で実験してみてください．20年も前になりますが，1994年4月号において，**813** を4DC方式により製作して発表しましたので，そちらも見てくだされば参考になるでしょう．

本題に入りますが，**803** は5極送信管の特徴として，サプレッサーグリッド変調 (G_3変調) ができる点がビーム送信管との大きな違いでしょう．これは，G_3にも感度があり，それを利用した使い方があるということです．

図2を見てください．これはユニバーサルチューブマニュアルから抜粋したものです．(b) はサプ



［図 2］サプレッサーグリッド変調を利用した使い方（ユニバーサルチューブマニュアルからの抜粋）

レッサー変調の基本形で，G_1とG_3をともに大きく負側に引き込み，G_1には搬送波を，またG_3には音声信号を入れ，変調電波を出そうとするものです．

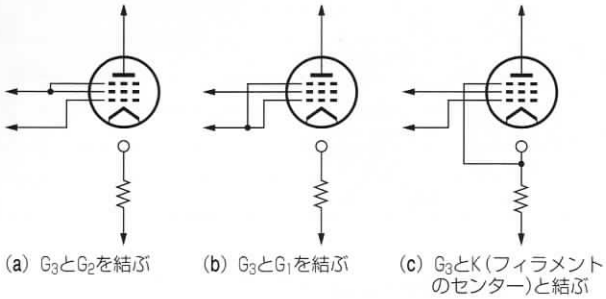
また，(a)はG_2とG_3をつなぎ，テトロード(4極管)として使用する方法です．

(c)はE_p-I_p特性です．G_3に40Vの正電圧を与えていますが，これは肩特性の改善のためです．この図から，E_{g2}を100V程度まで低下させればE_{g1}は正側にシフトし，したがって，I_{g1}が流れるであろうことがわかります．したがって，ドライブには電力が必要なので，出力管を使用した強力なドライブが必要になります．

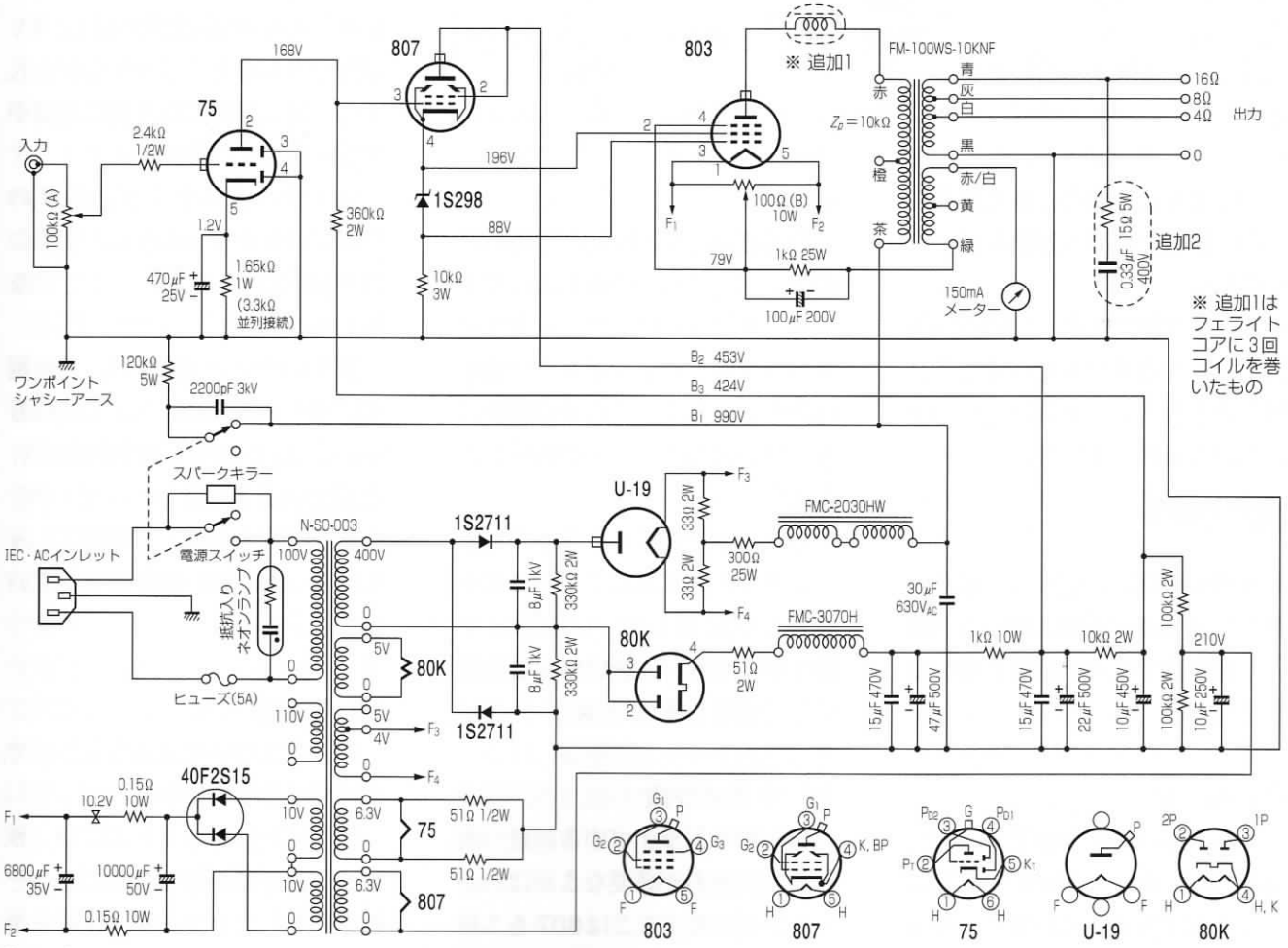
そこで，同じ5極管の**2E22**で実験アンプを製作し，G_3をどこに接続したら一番よいのかを確認してみました(写真1)．

[写真1] G_3をどの電極に結合したらよいのかを探るために製作した，2E22を使用した実験機．出力10W．構成は，初段6SL7パラレル-6AH4-2E22

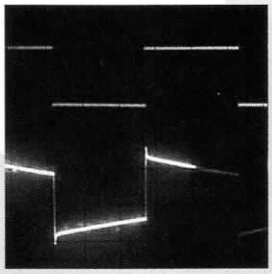
図3にそのとき実験した接続方法を示します．(a)は動作が不安定になる部分がありました．(b)



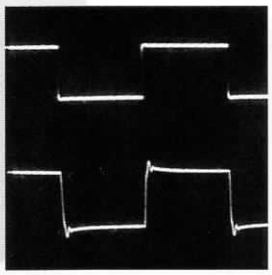
[図3] 実験機による接続方法



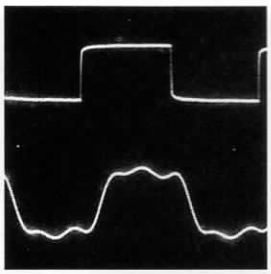
[図4] 803シングル25Wモノーラルパワーアンプの回路図



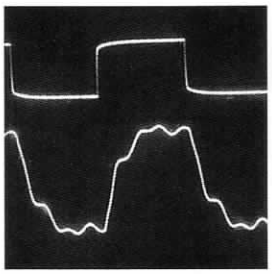
［写真13］方形波応答波形（f=100Hz, R_L=8Ω, 入力2V_{rms}, 上：入力, 下：出力）



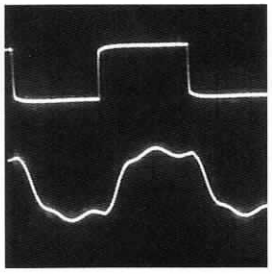
［写真14］方形波応答波形（f=1kHz, R_L=8Ω, 入力2V_{rms}, 上：入力, 下：出力）



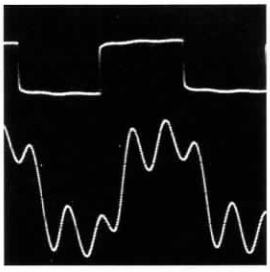
［写真15］方形波応答波形（f=10kHz, R_L=8Ω, , 入力2V_{rms}, 上：入力, 下：出力）



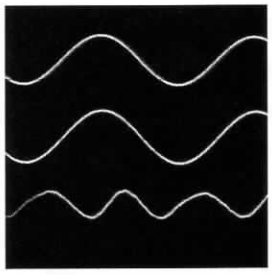
［写真16］方形波応答波形（f=10kHz, 負荷オープン, 上：入力, 下：出力）



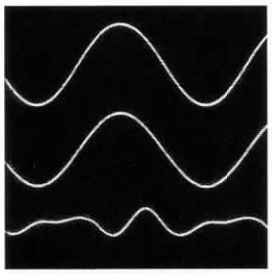
［写真17］方形波応答波形（f=10kHz, R_L 8Ω に0.47μFの容量を並列接続, 上：入力, 下：出力）



［写真18］方形波応答波形（f=10kHz, 負荷は0.47μFのみ, 上:入力,下:出力）



［写真19］歪率計からの出力波形（出力電力1W時, f=1kHz,R_L=8Ω, 上:入力, 中：出力下：歪み波形）



［写真20］歪率計からの出力波形（出力電力10W時, f=1kHz, R_L=8Ω, 上：入力, 中：出力下：歪み波形）

なアンプに仕上がったのではないかと思います.

なお, 残留ノイズは両チャンネルとも1.6～2mV程度です. **803**のフィラメントに入れたコンデンサーの容量を増加させても残留ノイズは低下しないので, さらに低ノイズにするためには, ここにヒーターチョークを入れるのがベストでしょう.

2mVの残留ノイズは, 100dBのスピーカーを使用しても, 1mほど離れればまったく気になりません.

波形観測

写真13は100Hz, 写真14は1kHz, 写真15は10kHz, それぞれの方形波応答波形を示します. 100Hzは今回うまく撮影できませんでしたが, それでもサグは少なく, 低域のレスポンスは素直に低下していることがわかります.

問題は10kHzで, 応答波形があまりきれいではありません. これは46kHzあたりにある大きなピークと, 20kHzからレスポンスが急激に低下していることを表しています.

写真16は, 負荷オープン時の応答波形です.

写真17は, 負荷8Ωに0.47μFの容量を並列接続したときの容量負荷応答波形です.

写真18は, 負荷として0.47μFの容量のみを与えたときの純容量負荷応答波形です. 波形の乱れは増加するものの, 発振に至ることはないのですが, 入力ボリュームを半分のところまで絞ると, 最悪の場合発振します. そこで, 2次側に抵抗・コンデンサー補正回路を入れることで安定した動作にすることができました.

なお, 波形を示した写真は位相補正前のもので, 補正後はリンギングは小さくなっています.

写真19, 20は歪みの内容です. 1W時では2次歪みが主体ですが, 10W時ではそれに別の歪みが加わってきているようです.

試　聴

試聴してすぐに気付くのは, 出てくる音に強大なエネルギーがあることです. 単に太い音というだけではなく, しっかり締まった音質は, 使用した出力トランスと**803**によるものと思います. また, 透明度の高さは, グリッド電流を流してドライブするトリタン球を使用したDDCと, 4DCアンプに共通していえることで, 爽やかでクリアな音質は, 一度気に入ればきっとやみつきになるものと思います.

押し出しのよい, スケールの大きな音にもかかわらず, 細部まで見渡せる音質は, 大出力シングルアンプの特徴がよく現れているものと思いました.